

УДК 636.087.24

Маг. А.А. Васильева
Рук. Т.М. Панова
УГЛТУ, Екатеринбург

ПОЛУЧЕНИЕ УГЛЕВОДНО-БЕЛКОВЫХ КОРМОВЫХ ДОБАВОК ИЗ ОТХОДОВ ПИВОВАРЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА

В настоящее время пивоваренные производства характеризуются большим количеством отходов (на 100 кг переработанных зернопродуктов образуется 125–170 кг сырой пивной дробины, а выход дрожжей составляет 4,8 кг), которые нужно утилизировать. Отходы не находят массового применения, в то время как обеднённые кормовые базы сельскохозяйственного комплекса страдают от низкого качества кормления животных, так как в кормах не хватает макро- и микроэлементов, основных незаменимых аминокислот, углеводов и витаминов [1].

Производство кормовых добавок требует больших затрат на электроэнергию, пар, воду и сырьё. В связи с тяжёлым положением в сельском хозяйстве продукт не пользуется спросом, так как не все хозяйства способны приобрести его за цену, которая бы окупала все затраты, связанные с их производством.

Наиболее простой способ уменьшения себестоимости кормовых добавок – это использование в качестве сырья более дешёвых отходов пивоваренного производства (пивную дробину и отработанные пивные дрожжи) для получения белковых и углеводно-белковых кормовых добавок.

Пивная дробина – это отход пивоваренного производства с содержанием 20–25 % сухих веществ, представляющий собой массу светлорыжевато-коричневого цвета со специфичным ароматом и вкусом. Содержит (% а.с.в.): 5,8–7,1 протеина, 1,7 жира, 10–11,6 безазотистых экстрактивных веществ, 3,4–3,9 клетчатки и 1–1,1 золы.

Отработанные пивные дрожжи – это остаточные дрожжи после удаления пива, обладающие ценными питательными и лечебными свойствами. Содержат (% а.с.в.): 42–45 белков, 32–40 углеводов, 6,5–10 минеральных веществ, 1–2 жиров, 5–7,5 влаги и витамины группы В [2].

Целью данной работы являлась разработка технологии получения углеводно-белковых кормовых добавок из отходов пивоваренного производства.

Кормовые добавки, полученные из пивной дробины и отработанных пивных дрожжей, могут обладать следующими преимуществами: высокой питательной ценностью и длительным сроком хранения, высокой продук-

тивностью и интенсивностью прироста массы, улучшенными вкусовыми качествами, меньшими энергозатратами на производство корма и низкой себестоимостью готовой продукции.

В качестве объектов исследования использовали пивную дробину и отработанные пивные дрожжи с пивоварни ООО «Чистолесье» (г. Верхняя Пышма, Свердловская область), аспорогенные дрожжи рода *Candida Scotti* (Кир-2). Методы исследования – химические и физико-химические. Оборудование – спектрофотометр, автоклав, ферментационная установка Winpact One FS–06.

На первом этапе исследования нами была изучена возможность получения кормового белка путем гидротермохимической обработки пивной дробины с последующей ферментацией аспорогенными дрожжами рода *Candida Scotti* (Кир-2). В результате мы доказали возможность использования пивной дробины для получения белковых и белково-углеводных кормовых добавок, но данная технология имеет ряд недостатков: использование сильного химического реагента (концентрированная серная кислота), нейтрализующих химреагентов, кислотостойкого оборудования, аппаратов под высоким давлением, ухудшение условий микроклимата на рабочих местах и сложность эксплуатации оборудования. Кроме того, гидротермохимическая обработка пивной дробины с последующей ферментацией аспорогенными дрожжами рода *Candida Scotti* (Кир-2) связана со значительными капитальными затратами, высокими удельными затратами энергоресурсов и низким выходом продукта, что определяет низкую технико-экономическую целесообразность предложенной технологии [3].

На втором этапе нами была изучена возможность получения углеводно-белковых кормовых добавок из отходов пивоваренного производства (пивной дробины и отработанных пивных дрожжей), характеристика по питательной и энергетической ценности которых представлена в табл. 1.

Таблица 1

Характеристика объектов по питательной и энергетической ценности

Объект исследования	Переваримость, % а.с.в.	Обменная энергия, МДж/кг с.в.к.	Питательная ценность, ЭКЕ
Отработанные пивные дрожжи	98,69	13,6	1,36
Пивная дробина	6,99	11,53	1,15
Углеводно-белковая кормовая добавка	14,68	11,6	1,16

Результаты анализа (см. табл. 1) подтверждают высокую питательную и энергетическую ценность полученной кормовой добавки, так как питательная ценность 1 кг сухого вещества готовой кормовой добавки составляет 1,16 энергетических кормовых единиц (ЭКЕ), в то время как ЭКЕ для овса составляет 1,06.

В данной статье предложена принципиальная технологическая схема получения углеводно-белковых кормовых добавок из отходов пивоваренного производства для сельскохозяйственных животных. При разработке схемы учитывались следующие моменты [4]:

- пивная дробина и остаточные дрожжи являются дешёвым и в то же время ценным сырьём для производства кормовых добавок, так как содержат большое количество ценных веществ и не нуждаются в дополнительной обработке;

- отработанные пивные дрожжи, выведенные из производства после стадии дображивания пива, обладают ценными питательными и лечебными свойствами и содержат витамины, но имеют горький охмелённый вкус, поэтому нужна дополнительная стадия обезгорчивания водным раствором хлорида натрия, при которой произойдёт эффективное удаление с поверхностных структур клеток пивных дрожжей специфических горьких веществ;

- так как животным нужен витамин D, который обладает антирахитическим свойством и повышает использование минеральных веществ, и он находится в отработанных пивных дрожжах в неактивном состоянии, то для этого нужна стадия ультрафиолетовой обработки ($\lambda = 275\text{--}310$ нм, $\tau = 2,5\text{--}3$ ч, $T \leq 25$ °C, при постоянном перемешивании) для синтеза витамина D;

- пивная дробина богата сахарами, белковыми веществами, жирами, клетчаткой и крахмалом, но имеет достаточно высокую влажность и требует стадии высушивания для более длительного срока хранения;

- отработанные солевым раствором хлорида натрия пивные дрожжи и пивную дробину необходимо перемешивать в шнековом транспортёре из-за высокой влажности;

- данные пивоваренные отходы содержат много углеводов, витаминов, белковых и минеральных веществ, которые необходимо сохранить при высушивании, поэтому рекомендуется использование сушилки кипящего слоя, в которой происходит высокоинтенсивная сушка, не превышая 100 °C. Частицы конвектируют с потоком воздуха, влага удаляется со всей поверхности частицы за несколько секунд, и частица охлаждается, сохраняя все полезные вещества [4].

На основании предложенной схемы нами рекомендован режим получения углеводно-белковой кормовой добавки, представленный в табл. 2.

Таблица 2

Рекомендованный режим получения углеводно-белковой
кормовой добавки

Стадия обработки	Режим обработки
Обезгорчивание отработанных пивных дрожжей	ГМ = 5 Постоянное перемешивание Раствор NaCl с $C_{p-ра} = 1 \%$ Число циклов – 4
Обработка ультрафиолетом обезгорченных дрожжей	$\lambda = 275\text{--}310 \text{ нм}$ $\tau = 2,5\text{--}3 \text{ ч}$ $T \leq 25 \text{ }^\circ\text{C}$
Приготовление смеси подготовленных дрожжей (ПД) и дробины (Д)	Соотношение ПД:Д = 5:100
Сушка	Теплоноситель – разбавленные топочные газы $T_{\text{сушильного агента}} = 160 \text{ }^\circ\text{C}$

По результатам испытаний предложенной технологии можно сделать вывод о том, что она не связана с использованием вредных и опасных производственных факторов (концентрированные и нейтрализующие химические реагенты, аппараты под высоким давлением), с ухудшением условий микроклимата на рабочих местах и сложностью эксплуатации оборудования. Следовательно, разработанная технология позволяет утилизировать отходы в полном объеме и может быть рекомендована к внедрению на любом пивоваренном производстве.

Технико-экономические расчёты показали целесообразность производства кормовой добавки из отходов пивоваренного производства. Для предприятия мощностью 800 тыс. дал/год годовой объем кормовой добавки составляет 530 т/год. Рентабельность производства составляет 24 %. Дополнительные капитальные вложения в размере 1,2 млн рублей окупятся в течение 0,8 года. Прибыль от реализации готовой продукции составит 1,4 млн руб.

Библиографический список

1. Зипер А.Ф. Растительные корма. Производство и применение. М.: АСТ; Донецк: Сталкер, 2005. 219 с.
2. Хазиахметов Ф.С. Рациональное кормление животных: учебное пособие. 3 изд., стер. СПб.: Издательство «Лань», 2019. 364 с.
3. Войцеховская А.А., Панова Т.М. Изучение возможности использования отходов пивоваренного производства для получения кормового белка // Научное творчество молодежи – лесному комплексу России: материа-

лы XV Всероссийской научно-технической конференции. Екатеринбург: УГЛТУ, 2019. С. 569–572.

4. Прист Дж.Ф. Микробиология пива. М.: Профессия, 2016. 431 с.

УДК 663.422

Маг. А.А. Васильева, Т.А. Парамонов
Рук. Т.М. Панова
УГЛТУ, Екатеринбург

ПОВЫШЕНИЕ ДОЗИРОВОК НЕСОЛОЖЕНОГО СЫРЬЯ

В последнее время в пивоваренной промышленности ведется много споров о использовании несоложенного сырья. Некоторые утверждают, что его использование ухудшает качество пива при удешевлении технологического процесса. Другие же, напротив, настаивают на полезности и увеличении разнообразия вкусов пивной продукции при использовании такого сырья.

Несоложеное сырьё – это сахаросодержащие (сахар-песок, сахарные сиропы, экстракты солода) или крахмалсодержащие продукты зерновых культур (ячмень, рис, кукуруза, пшеница, сорго, овес, рожь, тритикале и просо), которые обладают слабой ферментативной активностью. Данное сырьё может использоваться на стадии затирания зернопродуктов, а также вноситься на стадии кипячения сусла с хмелем в суслотарный котел.

Техническим регламентом Евразийского экономического союза «О безопасности алкогольной продукции» (ТР ЕАЭС 047/2018) допускается частичная замена пивоваренного солода зерном и (или) продуктами его переработки (зернопродуктами) при условии, что их совокупная масса не превышает 50 % массы заменяемого солода [1]. До введения данного документа в процессе приготовления пивного сусла рекомендовалось использовать не более 20 % несоложенного сырья.

Использование повышенных дозировок несоложенного сырья имеет ряд преимуществ в пивоварении:

- снижение себестоимости продукции;
- повышение экстрактивности сусла;
- повышение коллоидной и вкусовой стойкости пива;
- новые сорта и разнообразные вкусы пивной продукции.

Использование несоложенного сырья потребует изменения технологического режима получения сусла [2].

Специалистами Международного исследовательского центра (МИЦ) «Пиво и напитки XXI века» было изучено влияние состава зернового сырья на потребительские свойства пива и сделан вывод о возможности ис-